

# RUTINAS DE FERTILIZACIÓN DE PLANTAS ORNAMENTALES ANUALES EN CONTENEDORES PEQUEÑOS

A. DI BENEDETTO; W. CHAVEZ; C. BOSCHI; R. KLASMAN; J. MOLINARI y D. BENEDICTO<sup>1</sup>

Recibido: 20/10/00

Aceptado: 27/04/01

## RESUMEN

Los objetivos de este proyecto fueron: a) Evaluar la respuesta de diferentes rutinas de fertilización (formulados sólidos de liberación lenta vs ferti-irrigación con formulados disueltos en el agua de riego), b) Estudiar el comportamiento de las plantas en dos tipos de contenedores (plug y almácigo) durante las etapas iniciales de crecimiento y c) Estimar el efecto de sustratos con diferentes características físicas sobre la eficiencia de diferentes rutinas de fertilización en plugs. Las hipótesis iniciales enunciaban que: (a) la utilización de formulados de liberación lenta podían ser una alternativa para un suministro constante de nutrientes a las plantas en crecimiento y (b) que la respuesta a una rutina de fertilización determinada se halla influida por el tipo de contenedor y las características del sustrato de crecimiento. Los resultados no validan totalmente las mismas y difieren marcadamente de la información disponible en la bibliografía. Sin embargo, existen otros antecedentes similares en nuestra área de producción argentina. Se especula sobre el hecho que el balance de nutrientes (medido como relación N:P:K:Ca) podría tener un efecto buffer sobre la acumulación de fotoasimilados dentro de las plantas anuales con flor para bordura de tal magnitud que permitiría alcanzar un mínimo de calidad comercial en un amplio rango de situaciones edáficas y culturales. Sin embargo, su validación escapa a los objetivos iniciales del proyecto.

**Palabras clave.** Fertilización, sustrato.

## FERTILIZATION ROUTINES FOR ANNUAL POT PLANTS

### SUMMARY

The aims of this work were a) to test the response of annual pot plants to different fertilization routines (vs), b) to study plant growth in two container types (plug trait and ) and, c) the effect of different container media on the efficiency of plant fertilization. Our previous hypothesis stated that: a) the use of low-release nitrogen formulations would be an alternative for a constant plant nutrition and, b) the plant response to a fertilization routine would be related to both container type and container media. Our results are not in agreement with previous hypothesis and available bibliography. We have suggested that nutrient balance (estimated as N:P:K:Ca ratio) would be establish a buffer effect on annual pot plant photosynthate accumulation which let to obtain a commercial quality in a wide range of edaphic and cultural management. However, this a matter for future experiments.

**Key words.** Fertilization routines, container media.

## INTRODUCCIÓN

El objetivo fundamental de la mayor parte de los establecimientos comerciales dedicados a las plantas ornamentales anuales es producir una planta que alcance los estándares de calidad en el tiempo más corto posible. Los productores pueden manejar

las condiciones ambientales (irradiancia, fotoperíodo, temperatura) y culturales (riego y fertilización), de tal modo que los ciclos de producción son el resultado de la experiencia del productor/asesor y de la tecnología (estructural y de manejo) que se utilice. Muchas veces, la falta de calibración de

<sup>1</sup>Cátedra de Floricultura, Facultad de Agronomía, Universidad de Buenos Aires, Av. San Martín 4453 (1417) Buenos Aires, ARGENTINA.

Proyecto TG 014, Programación UBACyT 1998-2000.

estos factores tomados en su conjunto dan como resultado una calidad de planta subóptima o ineficientes sistemas de cultivo.

La posibilidad de venta de una planta en contenedor se halla influida por la calidad obtenida. Ya que un deficiente programa de fertilización puede reducir apreciablemente la calidad de las plantas ornamentales, la producción de especies florícolas anuales involucra una ferti-irrigación frecuente, es decir, el suministro continuo de fertilizante junto con el agua de riego. El exceso de fertilizantes, un drenaje deficiente, un estrés hídrico, mala calidad del agua o una combinación de estos factores puede determinar un exceso de sales solubles en el medio de crecimiento.

El manejo nutricional preciso es definido por Campbell (1994) como la utilización de una cantidad de fertilizante que permita obtener el mejor producto dentro de un marco de óptima productividad sin efectos detrimentales para el ambiente.

En empresas dedicadas a cultivos agrícolas intensivos, los fertilizantes se mueven con el agua de riego atravesando el sistema radicular y constituyen un contaminante potencial de las napas de agua. La importancia de proteger la calidad de agua ha sido reconocido por la industria hortiflorícola, y se han propuesto e implementado soluciones al respecto. Las prácticas corrientes incluyen la optimización de la frecuencia y concentración de la aplicación de fertilizantes (Biernbaum, 1992; Cox, 1993; Hershey y Paul, 1982), la posibilidad de recoger los excedentes de ferti-irrigación (Alexander, 1993) y mejorar la eficiencia en el uso de agua y fertilizantes (Kabashima, 1993; Ticknor y Green, 1987).

Los nutrientes son aplicados a las plantas que crecen en contenedores inyectando fertilizantes solubles a los sistemas de riego (ferti-irrigación) o como formulados de liberación lenta, es decir, formulaciones sólidas incorporadas al medio antes de la plantación. Los sistemas de ferti-irrigación pueden utilizarse para proveer nutrientes en relación con las necesidades de las plantas, pero puede producirse un excesivo lavado de nutrientes.

Los fertilizantes de liberación lenta son nutrientes solubles encapsulados en resinas, cuya disponibilidad se halla controlada primariamente por la temperatura y el tipo de resina. Se ha sugerido que estos formulados pueden reducir la contaminación de las aguas por nitratos (Gouin y Link, 1973; Ward y Whitcomb, 1979; Guillian *et al.*, 1983). Las tasas de uso varían entre especies, aunque

normalmente se utilizan de 0,5 a 2 kg N/m<sup>3</sup> de sustrato de crecimiento.

Los sustratos para enraizamiento poseen usualmente alta capacidad de retención de agua. La falta de aire es la causa de problemas de enraizamiento, debido a una deficiencia de oxígeno (Gislerod, 1983) por la acumulación de sustancias tóxicas como son los bicarbonatos y el dióxido de carbono (Drew, 1983; Veen, 1988).

En aquellas mezclas comerciales con una elevada proporción de materiales orgánicos compostados, se encuentran problemas debido a altas tasas de inmovilización de nitrógeno (Barragry y Morgan, 1978; Chilton *et al.*, 1978; Prasad, 1980; Scott, 1985; Worrall, 1981; Gutser *et al.*, 1983; Teicher *et al.*, 1983; Selmer-Olsen *et al.*, 1983; Sant *et al.*, 1983).

Es posible compensar este efecto con altas tasas de fertilizantes nitrogenados antes de la siembra o utilizando fertilizantes de liberación lenta y/o con fertilizantes líquidos (Scott, 1985). Existe un amplio rango de concentraciones de N recomendadas en rutinas de ferti-irrigación y en lo que respecta a frecuencias de aplicación en la literatura (Koransky y Laffe, 1985; Styer y Koransky, 1997) en parte debido a efectos genéticos y ambientales sobre la tasa de crecimiento y los requerimientos de N, pero las diferencias en las tasas de inmovilización de N también contribuyen como una fuente de variación.

Es posible utilizar un fertilizante estándar cuando los sustratos presentan poca variación de un lote a otro, pero en aquellas situaciones en las cuales se usan mezclas con diferentes tasas de inmovilización de N (Martin *et al.*, 1978) o cuando se utilicen materiales compostados con diferentes grados de maduración (Guster *et al.*, 1983; Yates y Rogers, 1981) es difícil decidir el suministro de N adicional (Handreck, 1992).

Los requerimientos de las plantas creciendo en contenedores también están influenciados por la composición del medio de cultivo (Brown y Emino, 1981; Sartain y Ingram, 1984). Los sustratos artificiales poseen una gran capacidad de intercambio de cationes que varía según los componentes de la mezcla. En la mayor parte de los sustratos, los cationes adsorbidos en equilibrio con la solución del medio puede actuar como un buffer temporario para reducir las concentraciones de nutrientes en la solución del medio después del lavado o absorción por las raíces (Wright y Nemiera, 1987). Los componentes orgánicos del sustrato, tales como ácidos

de pino, permiten un rápido lavado del N (Thomas y Perry, 1980).

El uso de diferentes sustratos orgánicos e inorgánicos, la presencia de distintos formulados fertilizantes, la posibilidad de implementar diferentes rutinas de fertilización, la existencia de diferentes especies y una diversidad de variedades de especies anuales en contenedores para jardines y manejos alternativos durante la propagación (almácigos "o plugs") han impedido hasta el momento cuantificar dichas variables dentro del mismo marco de referencia para nuestro sistema productivo y generar recomendaciones tecnológicas a nivel del productor/ asesor de este tipo de producción intensiva. Es este el primer intento de integrar dichas variables dentro de ese contexto tecnológico.

Los objetivos de este proyecto fueron: a) Evaluar la respuesta de diferentes rutinas de fertilización (formulados sólidos de liberación lenta vs ferti-irrigación con formulados disueltos en el agua de riego) y b) Estimar el efecto de sustratos con diferentes características físicas sobre la eficiencia de diferentes rutinas de ferti-irrigación en contenedores pequeños ("plugs").

## MATERIALES Y MÉTODOS

Para alcanzar los objetivos propuestos se han diseñado dos/tres experimentos independientes:

### EXPERIMENTO 1: Tipos de formulados fertilizantes

#### TRATAMIENTOS

- |    |   |                     |
|----|---|---------------------|
| a) | Fertilizante de liberación lenta (OSMOCOTE®)(14:14:14):   | 4 kg/m <sup>3</sup> |
| b) | Fertilizante de liberación lenta (OSMOCOTE®)(18:06:12):   | 5 kg/m <sup>3</sup> |
| c) | Fertilizante de liberación lenta (OSMOCOTE®)(14:14:14):<br>(incorporado al sustrato 15 días antes de iniciar el ensayo)         | 4 kg/m <sup>3</sup> |
| d) | Fertilizante de liberación lenta (OSMOCOTE®)(18:06:12):<br>(incorporado al sustrato 15 días antes de iniciar el ensayo)         | 5 kg/m <sup>3</sup> |
| e) | Ferti-irrigación con formulados disueltos en el agua de riego según el siguiente esquema (sugerido por Styer y Koranski, 1997). |                     |

. FASE 1: desde siembra hasta aparición de la radícula (sin fertilización)

. FASE 2: desde aparición de la radícula hasta expansión total de los cotiledones (50 ppm N, relación: 1,0 N : 0,0 P : 1,0 K : 0,5 Ca)

. FASE 3: durante la expansión de las primeras hojas verdaderas (100 ppm N, relación: 1,0 N : 0,5 P : 1,0 K : 0,5 Ca : 0,1 Mg + micronutrientes)

. FASE 4: formación de la planta hasta transplante (150 ppm N, relación: 1,0 N : 0,5 P : 1,0 K : 0,5 Ca : 0,1 Mg + micronutrientes)

. FINAL: desde transplante hasta fin de la vida útil (cosecha)(150 ppm N, relación: 1,0 N : 0,5 P : 1,0 K : 0,5 Ca : 0,1 Mg + micronutrientes)

Las plantas crecieron en almácigos de 600 cc de capacidad durante las fases 2, 3 y 4. Posteriormente se transplantaron a macetas de 500 cc de capacidad. Se utilizó el Sustrato para Siembra y Repique Van Leeuwen® para todos los tratamientos durante todas las etapas de crecimiento hasta cosecha.

Se evaluó el comportamiento de las siguientes especies y cultivares:

a) *Ageratum sp.*; b) *Alyssum sp.*; c) *Anthirrium sp.*; d) *Coleus blumei*; e) *Impatiens walleriana* (Accent Mix, Accent Cranberry Mix, Accent Peppermint Mix y Tempo Mix); f) *Lobelia sp.*; g) *Petunia grandiflora* (Ultra, Storm); h) *Petunia multiflora* (Celebrity, Fantasy, Primetime); i) *Salvia splendens*; j) *Tagetes patula* (Safari, Antigua); k) *Viola wittrockiana*; l) *Zinnia sp.*

### EXPERIMENTO 2: Efecto de diferentes rutinas de fertilización en almácigos de siembra

#### TRATAMIENTOS

- |    |   |                     |
|----|---|---------------------|
| a) | Fertilizante de liberación lenta (OSMOCOTE®)(14:14:14):                                   | 4 kg/m <sup>3</sup> |
| b) | Fertilizante de liberación lenta (OSMOCOTE®)(18:06:12):                                   | 5 kg/m <sup>3</sup> |
| c) | Ferti-irrigación con formulados disueltos en el agua de riego según el siguiente esquema: |                     |

FASE CRECIMIENTO	C <sub>1</sub> (ppm N)	C <sub>2</sub> (ppm N)	C <sub>3</sub> (ppm N)
FASE 1	0	0	0
FASE 2	50	100	150
FASE 3	100	150	200
FASE 4	150	200	200
FINAL	200	200	200

Las plantas crecieron en almácigos de 600 cc de capacidad durante las fases 2, 3 y 4. Posteriormente se transplantaron a macetas de 500 cc de capacidad. Se utilizó el Sustrato para Siembra y Repique Van Leeuwen® para todos los tratamientos durante todas las etapas de crecimiento hasta cosecha.

Se evaluó el comportamiento de *Impatiens walleriana* Accent mix, *Petunia grandiflora* híbrida mix y *Viola wittrockiana* Delta F<sub>1</sub> mix.

**EXPERIMENTO 3:** Efecto de diferentes rutinas de fertilización en sustratos con diferentes características físicas durante las primeras fases de crecimiento.

Ferti-irrigación con formulados disueltos en el agua de riego según el siguiente esquema (relaciones N:P:K:Ca idem Experimento 1):

FASE CRECIMIENTO	C <sub>1</sub> (ppm N)	C <sub>2</sub> (ppm N)	C <sub>3</sub> (ppm N)
FASE 1	0	0	0
FASE 2	50	100	150
FASE 3	100	150	200
FASE 4	150	200	200

- a) SCOTTS REDI-EARTH®
- b) SUSOR GROWMIX S1®
- c) SUSOR GROWMIX S2®
- d) SUSTRATO PARA SIEMBRA Y REPIQUE VAN LEEUWEN®

Las plantas crecieron en "plugs" de 288 celdas/bandeja. Se evaluó el comportamiento de *Impatiens walleriana* Accent mix y *Viola wittrockiana* Saint Tropez (F2) y Super Magestic (F1).

Se determinaron las principales propiedades físicas (porosidad total, capacidad de retención hídrica, contenido de humedad, poros llenos de aire y densidad del sustrato) de los sustratos comerciales utilizados según los métodos descritos por Lang (1996).

Al inicio y al final de cada experimento se determinó el pH y la conductividad eléctrica del sustrato de crecimiento (dilución 1:2 v/v) mediante un peachímetro y un conductímetro.

Al final de cada experimento se cosecharon todas las plantas y luego de secado a estufa (80 °C) durante 48 horas se partió el peso seco en parte aérea y raíces.

Los experimentos se ajustaron a un diseño estadístico de bloques al azar. Los datos fueron contrastados mediante un análisis de varianza tradicional (ANOVA) y un test de Tukey.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El hecho de abordar la temática de producción de plantas anuales para bordura como una "caja negra" permite evaluar sólo el resultado final, es decir, el producto comercializable. Bajo condiciones de cultivo comercial es posible encontrar una gran heterogeneidad en la calidad de ese producto final, asociada con manejos ambientales, hídricos y nutricionales específicos.

En un intento de desglosar esa "caja negra" se trató, en este trabajo, de reducir la influencia del ambiente (con la utilización de invernáculos y tecnología de control ambiental de última generación) por lo que los extremos de temperatura, luminosidad y humedad relativa fueron artificialmente disminuidos durante el desarrollo de los ensayos. Por otro lado, tanto el riego como la fertilización se realizaron con agua de lluvia. Finalmente, en todas las rutinas de fertilización se puso especial énfasis en mantener una formulación equilibrada entre nutrientes (relación N:P:K) según las recomendaciones bibliográficas (Lang, 1996).

La primer hipótesis a considerar fue que la utilización de formulados de liberación lenta podía ser una alternativa mejor que la ferti-irrigación sobre la base de formulados solubles. Los resultados de acumulación de peso seco del Experimento 1 (Cuadro N° 1) no confirman este supuesto en las 24 especies utilizadas. En varias especies no existieron

**Cuadro N° 1. Efecto de diferentes formulados fertilizantes comerciales sobre el Peso Seco Total (gr/planta) de especies anuales para bordura. (Experimento 1).**

ESPECIES	TRATAMIENTOS					
	1	2	3	4	5	
<i>Ageratum</i> Blue Danuve	1,487 C	3,306 A	2,009 BC	2,045 BC	2,678 BA	
<i>Alyssum</i> Snow Crystals	0,250 B	0,200 B	0,352 A	0,225 B	0,269 BA	
<i>Antirrhinum</i> Chimes Mix	1,104 A	1,252 A	0,974 A	1,084 A	1,059 A	
<i>Coleus blumei</i>	0,348 DC	0,280 D	0,465 BC	0,531 BA	0,632 A	
<i>Impatiens walleriana</i> Accent Cranberry Punch Mix	0,739 BC	0,953 A	0,899 BA	0,557 C	1,064 A	
<i>Impatiens walleriana</i> Accent Mix (bicolor/lisos)	0,663 C	1,071 B	1,409 A	0,531 C	1,117 BA	
<i>Impatiens walleriana</i> Accent Peppermint Mix	0,410 D	0,938 CB	1,627 A	0,807 C	1,251 B	
<i>Impatiens walleriana</i> Tempo Mix	0,677 A	0,779 A	0,694 A	0,745 A	0,920 A	
<i>Lobelia</i> Crystal Palace	1,563 BA	1,503 BA	1,781 A	1,246 B	0,718 C	
<i>Petunia</i> Celebrity Mix	1,859 A	1,652 BA	1,862 A	1,101 B	1,812 A	
<i>Petunia grandiflora</i> White Storm	1,712 B	1,198 C	2,054 A	0,743 D	0,769 D	
<i>Petunia grandiflora</i> Ultra Lilac	1,015 C	1,608 BA	1,979 A	0,879 C	1,259 BC	
<i>Petunia grandiflora</i> Ultra Mix	2,093 A	0,962 C	1,496 B	1,566 BA	1,361 BC	
<i>Petunia multiflora</i> Fantasy Carmine	1,433 B	1,459 B	2,445 A	1,436 B	1,545 B	
<i>Petunia multiflora</i> Fantasy Carmine Light Salmon	1,627 A	1,023 B	1,743 A	1,173 B	0,964 B	
<i>Petunia multiflora</i> Fantasy Mix	1,299 A	1,204 A	1,676 A	1,254 A	1,143 A	
<i>Petunia multiflora</i> Primetime Light Blue	1,789 A	1,088 C	1,258 BC	1,409 BC	1,531 BA	
<i>Petunia multiflora</i> Primetime Mix	1,555 A	1,306 A	1,427 A	1,427 A	1,320 A	
<i>Salvia splendens</i> Salsa Mix	1,164 BA	1,398 A	1,387 A	1,081 B	1,339 BA	
<i>Salvia splendens</i> Red Vista	1,076 C	1,337 BC	1,770 A	1,491 BA	1,370 BC	
<i>Tagetes patula</i> Safari Mix	0,296 D	0,838 C	1,533 B	1,259 B	2,100 A	
<i>Tagetes patula</i> Antigua Mix	0,298 D	0,440 D	0,738 C	1,301 B	1,646 A	
<i>Viola wittrockiana</i>	1,106 BC	1,590 A	1,277 BA	0,749 DC	0,667 D	
<i>Zinnia</i> Peter Pan	0,340 D	0,752 C	1,374 B	1,136 B	1,943 A	

Los tratamientos fueron: (1) Fertilizante de liberación lenta (OSMOCOTE®)(14:14:14), (2) Fertilizante de liberación lenta (OSMOCOTE®)(18:06:12) Fertilizante de liberación lenta (OSMOCOTE®)(14:14:14)(incorporado al sustrato 15 días antes de iniciar el ensayo), (4) Fertilizante de liberación lenta (OSMOCOTE®)(18:06:12)(incorporado al sustrato 15 días antes de iniciar el ensayo) y (5) Ferti-irrigación con formulados disueltos en el agua de riego.

diferencias significativas entre tratamientos, encontrándose mayores valores de acumulación de peso seco cuando se ferti-irrigó en *Coleus blumei*, *Tagetes patula* Safari Mix, *Tagetes patula* Antigua Mix. y *Zinnia* Peter Pan.

El tipo de formulado OSMOCOTE® (14:14:14 ó 18:06:12) y la metodología de utilización (al inicio del experimento o incorporado al sustrato 15 días

antes de iniciado el mismo) mostraron resultados variables aunque significativos en *Impatiens walleriana* Accent Peppermint Mix, *Lobelia* Crystal Palace, *Petunia grandiflora* White Storm, *Petunia grandiflora* Ultra Lilac, *Petunia grandiflora* Ultra Mix, *Petunia multiflora* Fantasy Carmine, *Petunia multiflora* Fantasy Carmine Light Salmon, *Salvia splendens* Red Vista y *Viola wittrockiana*. La



utilización de OSMOCOTE® (14:14:14) incorporado 15 antes del inicio del ensayo mostró los mayores valores de acumulación de peso seco total.

Uno de los objetivos de producción de las especie para bordura en contenedores pequeños es generar una baja relación Parte Aérea/Raíces, puesto que la misma optimiza el crecimiento desde la plantación hasta la completa implantación de la planta. El uso de OSMOCOTE® como fuente de nutrientes estableció

relaciones significativamente más altas que cuando se utilizó una rutina de fertirrigación a base de for-mulados solubles disueltos en el agua de riego (Cuadro N° 2).

Para observar el efecto de concentraciones salinas relativamente altas durante la rutina de fertilización se utilizaron especies adaptadas a este manejo (*Petunia grandiflora* y *Viola wittrockiana*) y especies muy susceptibles al mismo (*Impatiens walleriana*).

**Cuadro N° 2. Efecto de diferentes formulados fertilizantes comerciales sobre la Relación Parte Aérea/Raíces de especies anuales para bordura. (Experimento 1)**

ESPECIES	TRATAMIENTOS									
	1		2		3		4		5	
<i>Ageratum</i> Blue Danuve	2,197	A	1,021	B	1,826	A	1,154	B	2,344	A
<i>Alyssum</i> Snow Crystals	7,496	BC	12,980	A	11,772	A	5,242	C	9,567	BA
<i>Antirrhinum</i> Chimes Mix	5,945	A	3,815	C	5,567	BA	2,903	C	3,844	BC
<i>Coleus blumei</i>	4,015	A	2,746	B	3,205	B	1,054	C	1,663	C
<i>Impatiens walleriana</i>										
Accent Cranberry Punch Mix	1,715	A	1,101	B	1,099	B	1,015	B	1,176	B
<i>Impatiens walleriana</i>										
Accent Mix (bicolor/lisos)	1,273	B	1,230	B	2,078	A	0,930	B	1,092	B
<i>Impatiens walleriana</i>										
Accent Peppermint Mix	2,067	A	1,293	CB	1,483	B	1,013	CD	0,799	D
<i>Impatiens walleriana</i> Tempo Mix	1,578	A	1,457	A	1,540	A	0,957	B	1,461	A
<i>Lobelia</i> Crystal Palace	4,497	BA	5,196	BA	6,859	A	6,859	A	3,332	B
<i>Petunia</i> Celebrity Mix	7,190	A	2,562	B	4,954	BA	4,207	B	5,224	BA
<i>Petunia grandiflora</i> White Storm	7,931	A	5,191	B	7,828	A	3,369	B	4,198	B
<i>Petunia grandiflora</i> Ultra Lilac	7,576	A	6,022	BA	5,531	BA	4,918	BC	2,863	C
<i>Petunia grandiflora</i> Ultra Mix	5,436	BC	2,605	D	3,182	DC	7,094	BA	9,193	A
<i>Petunia multiflora</i> Fantasy Carmine	3,810	A	1,763	B	2,130	B	3,203	BA	4,407	A
<i>Petunia multiflora</i>										
Fantasy Carmine Light Salmon	5,789	A	4,565	A	4,663	A	2,278	B	2,691	B
<i>Petunia multiflora</i> Fantasy Mix	5,316	BA	1,818	D	3,084	DC	7,244	A	4,422	BC
<i>Petunia multiflora</i> Primetime Light Blue	5,905	A	5,202	BA	5,423	BA	5,820	A	3,571	B
<i>Petunia multiflora</i> Primetime Mix	4,157	A	1,829	B	4,490	A	4,490	A	5,640	A
<i>Salvia splendens</i> Salsa Mix	2,539	A	1,820	B	1,921	B	2,296	BA	1,817	B
<i>Salvia splendens</i> Red Vista	1,304	B	1,609	B	1,602	B	1,598	B	2,293	A
<i>Tagetes patula</i> Safari Mix	3,968	A	2,602	CB	2,888	B	2,425	CB	2,056	C
<i>Tagetes patula</i> Antigua Mix	3,172	A	1,905	B	2,009	B	2,248	B	1,861	B
<i>Viola wittrockiana</i>	4,903	A	1,683	B	4,239	A	2,427	B	5,656	A
<i>Zinnia</i> Peter Pan	4,790	A	2,525	B	2,956	B	2,771	B	2,979	B

Los tratamientos fueron: (1) Fertilizante de liberación lenta (OSMOCOTE®)(14:14:14), (2) Fertilizante de liberación lenta (OSMOCOTE®)(18:06:12) Fertilizante de liberación lenta (OSMOCOTE®)(14:14:14)(incorporado al sustrato 15 días antes de iniciar el ensayo), (4) Fertilizante de liberación lenta (OSMOCOTE®)(18:06:12)(incorporado al sustrato 15 días antes de iniciar el ensayo) y (5) Ferti-irrigación con formulados disueltos en el agua de riego.

Sin embargo, los mayores valores de acumulación de peso seco total se encontraron en la mayor concentración de fertilizantes para *Impatiens walleriana* Accent Cranberry Punch Mix y en las menores para *Petunia grandiflora* Mix y *Viola wittrockiana* Delta Mix.

De todos modos, el uso de OSMOCOTE® (14:14:14 ó 18:06:12) generó plantas con menor peso seco total en las tres especies consideradas (Experimento 2, Cuadro N° 3). La relación Parte Aérea/Raíces no mostró diferencias significativas entre tratamientos para todas las especies utilizadas (Cuadro N° 4).

El tercer objetivo de este trabajo fue estimar el efecto de sustratos con diferentes características físicas sobre la eficiencia de diferentes rutinas de ferti-irrigación. Para alcanzar el mismo se utilizaron cuatro sustratos comerciales (Experimento 3).

Los cuatro sustratos comerciales utilizados (SCOTTS REDI-EARTH®, SUSOR GROWMIX S1®, SUSOR GROWMIX S2® y SUSTRATOPARA SIEMBRA Y REPIQUE VAN LEEUWEEN®), mostraron variaciones en las propiedades físicas, tales como: porosidad total, poros ocupados por aire, capacidad de retención de agua y contenido de humedad a capacidad de campo (Cuadro N° 5).

Los resultados de acumulación de peso seco del Experimento 3 muestran sólo diferencias significativas a favor del sustrato SUSOR GROWMIX S2® y una falta de interacción positiva entre rutinas de fertilización (Cuadro N° 6).

En ninguno de los tres ensayos las propiedades químicas (pH y conductividad eléctrica) de los sustratos de crecimiento se manifestaron como una limitante al momento de la cosecha (datos no incluidos).

**Cuadro N° 3. Efecto de diferentes rutinas de fertilización en plantas propagadas a partir de almácigos de siembra sobre el Peso Seco Total, (gr/planta) de especies anuales para bordura (Experimento 2).**

ESPECIES	TRATAMIENTOS				
	1	2	3	4	5
<i>Impatiens walleriana</i>					
Accent Cranberry Punch Mix	1,593 B	1,613 B	1,551 B	1,410 B	1,970 A
<i>Petunia grandiflora</i> Mix	0,885 B	1,043 B	1,431 A	0,953 B	0,604 C
<i>Viola wittrockiana</i> Delta Mix	0,675 BA	0,502 B	0,892 A	0,615 B	0,572 B

Los tratamientos fueron: (1) Fertilizante de liberación lenta (OSMOCOTE®)(14:14:14), (2) Fertilizante de liberación lenta (OSMOCOTE®)(18:06:12), (3) Ferti-irrigación con formulados disueltos en el agua de riego (50,100,150 y 200 ppm N), (4) Ferti-irrigación con formulados disueltos en el agua de riego (100,150,200 y 200 ppm N), (5) Ferti-irrigación con formulados disueltos en el agua de riego (150,200,200 y 200 ppm N).

**Cuadro N° 4. Efecto de diferentes rutinas de fertilización en plantas propagadas a partir de almácigos de siembra sobre la Relación Parte Aérea/Raíces de especies anuales para bordura (Experimento 2).**

ESPECIES	TRATAMIENTOS				
	1	2	3	4	5
<i>Impatiens walleriana</i>					
Accent Cranberry Punch Mix	0,988 A	1,026 A	1,014 A	1,056 A	0,947 A
<i>Petunia grandiflora</i> Mix	4,160 A	5,197 A	4,093 A	4,687 A	5,527 A
<i>Viola wittrockiana</i> Delta Mix	2,068 A	2,258 A	2,260 A	2,803 A	3,472 A

Los tratamientos fueron: (1) Fertilizante de liberación lenta (OSMOCOTE®)(14:14:14), (2) Fertilizante de liberación lenta (OSMOCOTE®)(18:06:12), (3) Ferti-irrigación con formulados disueltos en el agua de riego (50,100,150 y 200 ppm N), (4) Ferti-irrigación con formulados disueltos en el agua de riego (100,150,200 y 200 ppm N), (5) Ferti-irrigación con formulados disueltos en el agua de riego (150,200,200 y 200 ppm N).

**Cuadro N° 5. Propiedades físicas de los sustratos utilizados en el Experimento 3.**

Substratos	Porosidad total (%)	Capacidad de retención de agua (%)	Contenido de humedad (%)	Poros con aire (%)	Densidad (g/cc)
SCOTTS REDI-EARTH®	61,20	35,60	46,70	25,60	0,406
SUSOR GROWMIX S1®	61,60	38,60	3,20	23,00	0,340
SUSOR GROWMIX S2®	73,80	45,50	65,00	28,40	0,244
SUSTRATO VAN LEEUWEEN®	76,60	40,20	60,20	36,40	0,266

**Cuadro N° 6. Efecto de diferentes rutinas de fertilización en sustratos con diferentes mezclas comerciales sobre el Peso Seco Total (gr/planta) en especies anuales para bordura (Experimento 3).**

ESPECIES	TRATAMIENTOS							
	Nivel de fertilización	1		2		3		4
<i>Impatiens walleriana</i>								
Accent Cranberry Punch Mix	I	1,647	Ba	1,671	Ba	2,030	Aa	1,347 Ba
	II	1,517	Ba	1,525	Ba	1,863	Aa	1,711 Ba
	III	1,460	Ba	1,592	Ba	1,807	Aa	1,548 Ba
<i>Viola wittrockiana</i>								
Saint Tropez Mix	I	0,796	BAa	0,717	Ba	0,825	Aa	0,647 BAa
	II	0,899	BAa	0,731	Ba	0,819	Aa	0,748 BAa
	III	0,816	BAa	0,745	Ba	0,895	Aa	0,827 BAa

Los tratamientos incluyeron los sustratos comerciales: (1) SCOTTS REDI-EARTH®, (2) SUSOR GROWMIX S1®, (3) SUSOR GROWMIX S2® y (4) SUSTRATO PARA SIEMBRA Y REPIQUE VAN LEEUWEEN®; a tres niveles de fertilización: (I) 50, 100, 150 ppm N; (II) 100, 150, 200 ppm N, y (III) 150, 200, 200 ppm N.

A pesar de diferencias significativas en los ensayos realizados es posible indicar que, bajo el manejo ambiental y cultural desarrollado en este trabajo el crecimiento alcanzado y la calidad de planta obtenida no serían diferentes en un amplio espectro de formulado fertilizantes, rutinas de fertilización y sustratos que diferían significativamente entre sí.

Este resultado difiere marcadamente de la información disponible en la bibliografía. Sin embargo, existen otros antecedentes similares en nuestra área de producción.

Di Benedetto *et al.* (2000) han indicado una falta de respuesta en dos variedades de crisantemo en maceta donde se modificaban significativamente

las características físicas del sustrato de crecimiento y el contenido de carbonatos del agua de riego.

La hipótesis que surgiría de nuestros resultados es que el balance de nutrientes (medido como relación N:P:K:Ca) podría tener un efecto buffer sobre la acumulación y distribución de fotoasimilados dentro de las plantas anuales con flor para bordura de tal magnitud que permitiría alcanzar un mínimo de calidad comercial en un amplio rango de situaciones edáficas y culturales.

Esta hipótesis estaría avalada por resultados previos (Di Benedetto *et al.*, 1999), que mostraron una acumulación de peso seco ocho veces mayor en plantas de *Lobelia sp.* fertilizadas con soluciones balanceadas en relación a un lote fertilizado con soluciones no balanceadas.



La comprobación de la hipótesis mencionada escapa a los objetivos de este trabajo, sin embargo, en caso de confirmarse, su impacto en nuestra área de producción sería muy importante ya que simplificaría

las variables de manejo y permitiría reducir con un costo bajísimo (el requerido para la calibración en cada establecimiento productor) la heterogeneidad en la calidad de este tipo de plantas ornamentales.

## BIBLIOGRAFÍA

- ALEXANDER, S.V. (1983): Pollution control and prevention at containerized nursery operations. *Water Science and Technology*, 28: 509-17.
- BARRAGRY, A.R. and J.V. MORGAN (1978): Effect of mineral and slow-release nitrogen combinations on the growth of tomato in coniferous bark medium. *Acta Horticulturae*, 43-53.
- BIERBAUM, J.A. (1992): Root-zone management of greenhouse container-grown crops to control water and fertilizer use. *HortTechnology*, 2: 127-32.
- BROWN, O.D.R. and E.R. EMINO (1981): Response of container grown plants to six consumer growing media. *HortScience*, 16: 78-80.
- CAMPBELL, L.C. (1994): Beneficial impact of precision nutrient management on the environment and future needs. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, 25: 889-908.
- CHILTON, K.; A. CONCANNON and V. DEVONALD (1978): A comparison of the early growth and nitrogen uptake of tomatoes in peat and bark based composts. *Acta Horticulturae*, 82: 23-30.
- COX, D.A. (1993): Reducing nitrogen leaching-losses from containerized plants: The effectiveness of controlled-released fertilizers. *Journal Plant Nutrition*, 16: 533-45.
- DI BENEDETTO, A.; C. BOSCHI; A. AOKI; D. BENEDICTO; J. MOLINARI y R. KLASMAN (2000): Relaciones suelo/planta de crisantemos en maceta. *Revista de la Facultad de Agronomía (U.B.A.)*, 20 (3): 365-372.
- DI BENEDETTO, A.; G. FURUKAWA; C. BOSCHI; D. BENEDICTO; R. KLASMAN y J. MOLINARI (1999): Fertilización y estrés salino en plantas ornamentales anuales. *Revista de la Facultad de Agronomía (U.B.A.)*, 19 (1): 93-100.
- DREW, M.C. (1983): Plant injury and adaptation to oxygen deficiency in the root environment: a review. *Plant Soil*, 75: 179-99.
- GISLEROD, H.R. (1983): Physical conditions of propagation media and their influence on the rooting of cuttings. III. The effect of air content and temperature in different propagation media on the rooting of cuttings. *Plant Soil*, 75: 1-14.
- GILLIAM, C.H.; R.L. SHUMACK and C.E. EVANS (1983): The effects of slow-release fertilizers on the growth and postproduction performance of Boston fern. *HortScience*, 18: 442-4.
- GOUIN, F.R. and C.B. LINK (1973): Growth response of container-grown woody ornamentals to slow-release fertilizers. *HortScience*, 8: 208-9.
- GUTSER, R.; K. TEICHER and P. FISHER (1983): Nitrogen dynamics in bark compost as dependent on production methods. I: Model trials. *Acta Horticulturae*, 150: 175-84.
- HANDRECK, K.A. (1992): Rapid assessment of the rate of nitrogen immobilisation in organic components of potting media: I. Method development. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, 23: 201-15.
- ERSHEY, D.R. and J.L. PAUL (1982): Leaching-losses of nitrogen from pot chrysanthemums with controlled-release fertilization. *Scientia Horticulturae*, 17: 145-52.
- KABASHIMA, J.N. (1993): Innovative irrigation techniques in nursery production to reduce water usage. *Hort Science*, 28: 291-3.
- KORANSKI, D.S. and S.R. LAFFE (1985): Plug production. En: *Bedding Plants III* (Mastalerz, J.W. and E.J. Holcomb, eds.). Pennsylvania Flower Growers, Pennsylvania State University, State College, PA, USA, 126-40.
- LANG, H.J. (1996): Growing Media Testing and Interpretation. *Water, Media and Nutrition for Greenhouse Crops. A Grower's Guide* (D.W. Reed Ed.), Ball Publishing, Batavia, Illinois, U.S.A., 314 p.

- MARTIN, J.P.; R.L. BRANSON and W.M. JARRELL** (1978): Decomposition of organic materials used in planting mixes and some effects on soil properties and plant growth. *Agrochemica*, 22: 248-61.
- PRASAD, M.** (1980): Retention of nutrients by peats and wood wastes. *Scientia Horticulturae*, 12: 203-9.
- SANT, M.D.; A.R. SELMER-OLSEN; H.R. GISLEROD and K. SOLBRAA** (1983): The effect of N-fertilization on the growth of chrysanthemum «White North» in bark composts and peat. *Acta Horticulturae*, 150: 371-81.
- SARTAIN, J.B. and D.L. INGRAM** (1984): Influence of container medium, lime, and nitrogen source on growth of woody ornamentals. *Journal American Society for Horticultural Science*, 109: 882-6.
- SCOTT, M.** (1985): Effort gives guidance on bark. *Garden Centre and Horticultural Trade Journal*, January: 11-17.
- SELMER-OLSEN, A.R.; M.D. SAND; H.R. GISLEROD y K. SOLBRAA** (1983): Nitrogen balance in bark composts used as growing media. *Acta Horticulturae*: 150: 193-202.
- STYER, R.C. and D.S. KORANSKI** (1997): Plug and Transplant Production. A grower's Guide. Ball Publishing, Batavia, Illinois, USA, 374 pg.
- TEICHER, K.; R. BUSTER and P. FISHER** (1983): Nitrogen dynamics in bark compost as dependent on production methods. II: Pot trials with ryegrass and spray carnations. *Acta Horticulturae*, 150: 185-92.
- THOMAS, S. and F.B. PERRY Jr.** (1980): Ammonium nitrogen accumulation and leaching from an all pine bark medium. *HortScience*, 15: 824-5.
- TICKNOR, R.L. and J.L. GREEN** (1987): Effect of irrigation methods on plant growth and water use. *Proceedings International Plant Propagation Society*, 37: 45-48.
- VEEN, B.W.** (1988): Influence of oxygen deficiency on growth and function of plant roots. *Plant Soil*, 111: 259-66.
- WARD, J.D. and C.E. WHITCOMB** (1979): Nutrition of Japanese holly during propagation and production. *Journal American Society for Horticultural Science*, 104: 523-6.
- WORRALL, R.J.** (1981): Comparison of composted hardwood and peat-based media for the production of seedling, foliage and flowering plants. *Scientia Horticulturae*, 15: 311-9.
- WRIGHT, R.D. and A.X. NIEMIERA** (1987): Nutrition of container grown woody nursery crops. *Horticultural Review*, 9: 75-101.
- YATES, N.L. and M.N. ROGERS** (1981): Effects of time, temperature, and nitrogen source on the composting of hardwood bark used as a plant growing medium. *Journal American Society for Horticultural Science*, 106: 589-93.